



# Läntisen Pien-Saimaan kasviplanktontutkimus 2024

9.10.2025

KASVIPLA, LPSLIIS 7&10

---

**SKYT** SAVO-KARJALAN  
YMPÄRISTÖTUTKIMUS

## Sisällys

1. Tarkkailun toteutus.....3

## Liitteet

**Liite 1.** Raportti: Riutanselkä ja Sunisenselkä 2024 Kasviplankton -lajisto ja biomassa

## Tilaaja

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi

## Jakelu

Kaakkois-Suomen ELY-keskus

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi

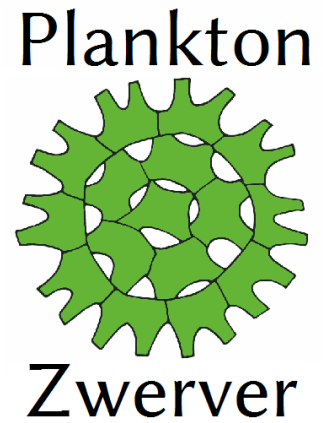
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas

Lappeenrannan Lämpövoima Oy

# 1. Tarkkailun toteutus

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy otti kasviplanktonnäytteet Sunisenselältä ja Riutanselältä (LPS 7 & LPS 10) 5.8.2024. Näytteet toimitettiin määritettäväksi Tmi Zwerverille. Määritysraportti Riutanselkä ja Sunisenselkä 2024 Kasviplankton -lajisto ja biomassa (Nro 2024 16) on liitteenä 1.

SAVO-KARJALAN YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY



Riutanselkä ja Sunisenselkä 2024  
Kasviplankton  
– lajisto ja biomassat

**Raportti nro 2025 16**

**Menetelmäkuvaus, määritysten tulokset  
ja tulosten tarkastelu**

Toimeksiantaja:  
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy

Ajankohta: Kesäkuu 2025  
Kirjoittaja: Satu Zwerver

Tmi Zwerver  
Planktonmääritykset  
Kuninkaanmäentie 65, 25700 Kemiö  
[info@zwerver.fi](mailto:info@zwerver.fi)  
[www.zwerver.fi](http://www.zwerver.fi)

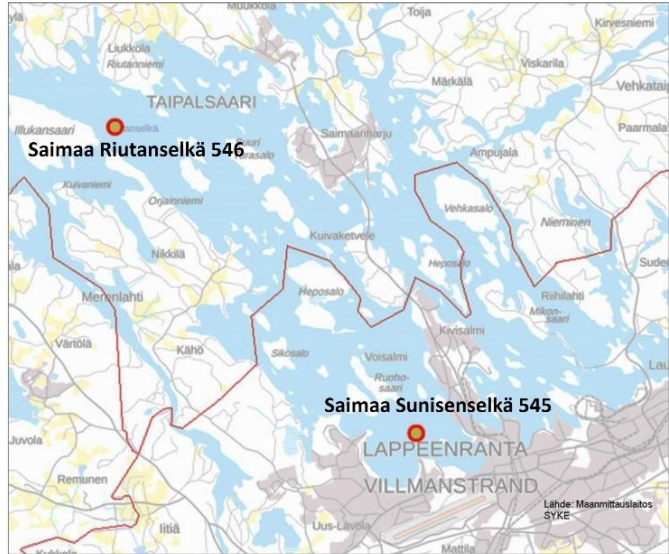
## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
2. Aineisto ja menetelmät .....	1
2.1. Kasviplanktonnäytteet ja laskenta .....	1
3. Tulokset .....	2
4. Näytepaikkakohtainen tulosten tarkastelu .....	4
4.1 Riutanselkä 546 (SVh) .....	4
4.2 Sunisenselkä 545 (SVh) .....	5
5. Näytepaikkojen tila ja kasviplanktonmuuttujien kehitys .....	6
6. Lähdeluettelo .....	8
Liite 1. Laskentamenetelmä .....	9
Liite 2. Kasviplanktonmuuttujat .....	11
Liite 3. Ekologiset luokat .....	13

## 1. Johdanto

Kasviplankton on tärkeä biologinen muuttuja, jota käytetään vesimuodostumien ekologisen tilan arvioinnissa. Kasviplanktonin käyttö indikaattorina perustuu sen kykyyn reagoida nopeasti veden laadun muutoksiin (Järvinen ym. 2011). Kasviplanktonbiomassan avulla kuvataan järven rehevyyttä, mutta tarkempaa tietoa antavat kasviplanktonyhteisön koostumus ja monimuotoisuus, joiden perusteella voidaan arvioida vesistön tilan kehitystä (Stevenson & Smol 2015 viitteinen).

Tässä tutkimuksessa mikroskojettiin kasviplanktonnäytteet Saimaan Riutanselältä ja Sunisenselältä elokuulta 2024 Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n toimeksiannosta. Tulosten perusteella arvioitiin näytepisteiden ekologista tilaa sekä ekologiseen luokitteluun kuuluvien että muiden kasviplanktonmuuttujien pohjalta.



Kuva 1. Kartta näytepaikkojen sijainnista (lähde: Maanmittauslaitos, SYKE).

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Kasviplanktonnäytteet ja laskenta

Tutkimuksessa määritettiin Saimaan Riutanselältä ja Sunisenselältä kasviplanktonnäytteet elokuulta 2024 (taulukko 1, kuva 1). Näytteet otettiin kokoomanäytteinä 0–2 metrin syvyydeltä toimeksiantajan toimesta. Näytteet säilöttiin happamalla lugol-liuoksella ja toimitettiin 200 ml:n ruskeissa lasipulloissa Zwerverille. Näytepullot säilytettiin jääkaapissa projektin määrittämisen alkuun saakka. Tmi Zwerver vei näytteenottotiedot SYKE:n rekisteriin.

Taulukko 1. Tiedot määritetyistä näytteistä.

Näytepaikka	Kunta	Pintavesi- tyyppi	SYKE- koodi	Päivämäärä	Tutkittu näytemäärä (ml)
Saimaa Riutanselkä 546	Taipalsaari	SVh	31207	5.8.2024	9,99
Saimaa Sunisenselkä 545	Lappeenranta	SVh	31208	5.8.2024	9,23

Kasviplanktonyhteisön koostumuksen laskentamenetelmä perustui Utermöhlin (1958), eurooppalaisen standardin (EN 15204), pohjoismaisten suositusten (Blomqvist & Herlitz 1998, Olrik ym. 1998) sekä Suomen ympäristökeskuksen (Vuorio ym. 2022) kuvaamille menetelmille. Näyte laskettiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laajaa kvantitatiivista menetelmään (Vuorio ym. 2022). Tarkempi kuvaus menetelmästä on esitelty liitteessä 1. Määritykset suoritti Satu Zwerver.

### 3. Tulokset

Kasviplanktonnäytteiden tulokset on tallennettu SYKE:n kasviplanktonrekisteriin. Tämän raportin liitteenä on Excel-tiedosto (SKYT Riutanselkä ja Sunisenselkä 2024 Kasviplanktontulokset - Zwerver.xlsx-tiedosto), johon on kerätty alkuperäiset yhteenveto-, luokka- ja lajilistat kasviplanktonrekisteristä. Lisäksi tulosten selkeyttämiseksi tiedostoon on tehty yhteenvetotaulukoita kasviplanktonlajien ja -ryhmien biomassoista sekä prosenttiosuuksista.

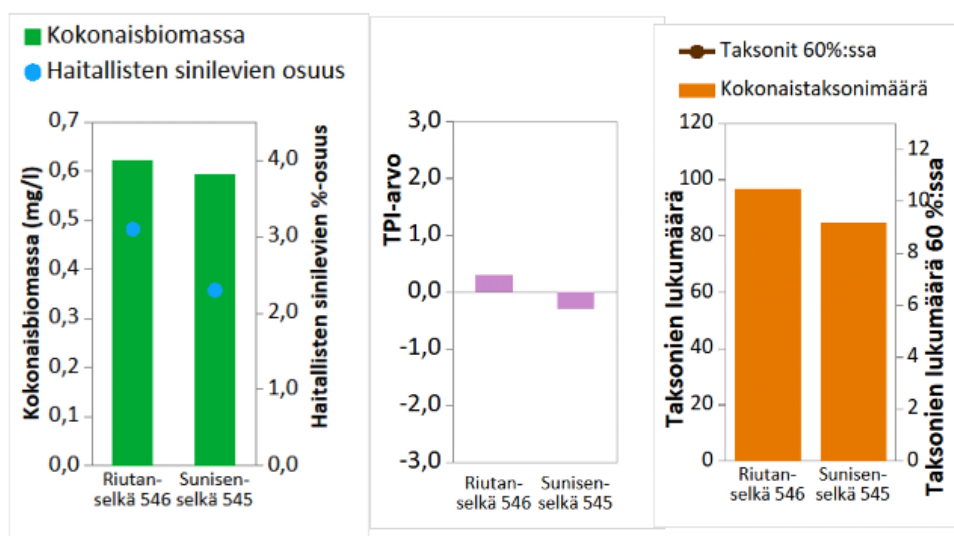
Liitetiedosto sisältää sivut:

- 1) näytetiedot
  - 2) yhteenveto tuloksista
  - 3) lajilistat (biomassa, biomass-%)
  - 4) luokkalistat (biomassa, biomass-%)
- sekä SYKE:n rekisteristä haetut alkuperäiset
- 5) yhteenveto-
  - 6) laji-
  - 7) luokkalistat.

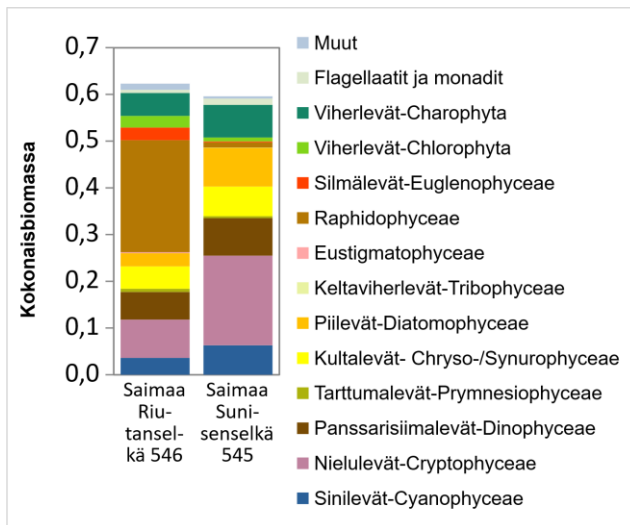
Näytteiden tärkeimmät **numeeristen kasviplanktonmuuttujien** tulokset on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 2. Klorofylli-a:n tulokset on haettu Syke:n kasviplanktonrekisteristä. Excel-liitteen taulukoissa on esitetty lisäksi muitakin muuttujia. Liitteessä 2 on esitelty eri kasviplanktonmuuttujia.

**Taulukko 2. Yhteenveto tuloksista.** Otsikossa harmaalla värjättyjä muuttujia käytetään ekologisessa luokituksessa. Tuloksille on annettu sitä tummempi väri, mitä huonompi tulos on. Väriskaala perustuu kokemukseen eikä tutkittuun tai dokumentoituun tietoon. Liitteessä 1 (Laskentamenetelmä) näkyy väreissä käytetyt raja-arvot.

Näytepaikka	Päivämäärä	SYKE-koodi	Kokonaisbiomassa (mg/l)	Klorofylli-a* (µg/l)	TPI	Haitallisten sinilevien %-osuus	Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
										(mg/l)	(%)	(solua/ml)
Riutanselkä 546	05.08.24	31207	0,62	7,9	0,3	3,1	5,8	97	7	0,2	36,4	24
Sunisenselkä 545	05.08.24	31208	0,60	4,6	-0,3	2,3	10,6	85	9	0,0	0,3	0,2

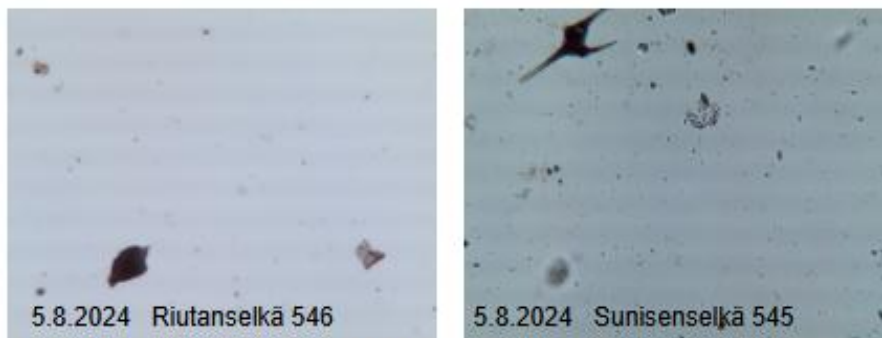


Kuva 2. Kokonaisbiomassan (mg/l), haitallisten sinilevien osuus (%), TPI-arvo ja taksonien lukumäärä tutkituissa näytteissä.



Kuva 3. Määritettyjen näytteiden koostuminen eri leväryhmistä.

Kasviplanktonyhteisöjen koostumus eri leväryhmistä on esitetty kuvassa 3 ja yleisvalokuvat 10 ml:n kasviplanktonnäytteistä on esitetty kuvassa 4.



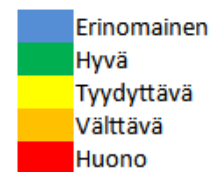
Kuva 4. Yleisvalokuvat mikroskopoiduista näytteistä. Kuvat on otettu 10x-objektiivilla 10 ml:n näytteistä. Kuvista saa nopeasti käsityksen planktonin (tai muun aineksen) määrästä eri näytepaikoilla.

Näytepaikkojen elokuun kasviplanktonmuuttujien arvojen sijoittuminen ekologisessa luokituksessa on esitetty taulukossa 3. Näytepaikat kuuluvat pintavesityypiltään suuriin vähähumuksisiin järviin (SVh).

Taulukko 3. Näytepaikkojen kasviplanktonmuuttujien sijoittuminen ekologisessa luokituksessa.

Näytepaikka	Pintavesityyppi	Kokonaisbiomassa (mg/l)*	Klorofylli-a (µg/l)*	TPI*	Haitallisten sinilevien %-osuus*
Riutanselkä 546	SVh	0,62	7,9	0,3	3,1
Sunisenselkä 545	SVh	0,60	4,6	-0,3	2,3

\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.



## 4. Näytepaikkakohtainen tulosten tarkastelu

Seuraavaksi näytepaikkoja kuvataan edellä esitettyjen tulosten perusteella. Lähtökohtana toimii Aroviidan ym. (2019) ekologinen luokitus, johon peilataan muuttujien arvoja huomioiden myös muu kasviplanktonyhteisön antama tieto.

### 4.1 Riutanselkä 546 (SVh)

Taulukko 4. Riutanselkä 546 -näytepaikan tulokset.

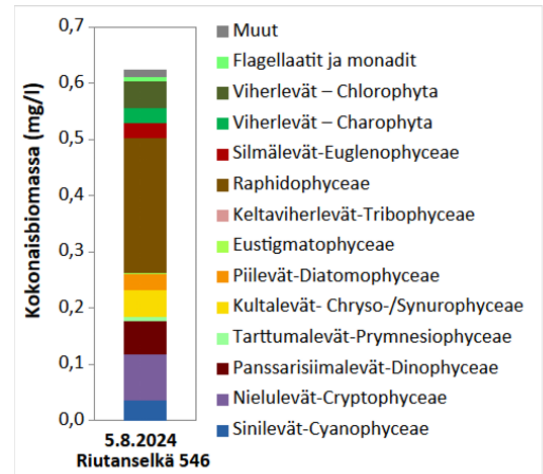
Näytepaikka	Päivä-määrä	SYKE-koodi	Kokonais-biomassa (mg/l)	Klorofylli-a* (µg/l)	TPI	Haitallisten sinilevien %-osuus	Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
										(mg/l)	(%)	(solua/ml)
Riutanselkä 546	05.08.24	31207	0,62	7,9	0,3	3,1	5,8	97	7	0,2	36,4	24

Levä määrä Riutanselkä 546 -näytepisteellä elokuun 2024 alussa oli tälle pintavesityypille melko matala (0,62 mg/l). Heinosen (1980) mukaan vesi oli biomassan perusteella alkavan rehevöitymisen tilassa, ekologisessa luokituksessa arvo sijoittui luokkaan hyvä (taulukko 5), lähelle erinomaisen luokan rajaa (0,5 mg/l). Elokuun klorofylli-a:n arvo (7,9 µg/l) taas kuvasi Elorannan (1991) mukaan mesotrofiaa, ekologisessa luokituksessa se sijoittui luokkaan tyydyttävä, kuitenkin lähelle hyvän luokan rajaa (7 µg/l). Klorofylli oli yllättävän suuri biomassaan nähden.

TPI-arvo Riutanselällä oli keskiverto (0,3), joka sijoittui ekologisessa luokituksessa oli luokkaan tyydyttävä, ollen tosin lähellä hyvän luokan rajaa (0,1). Haitallisten sinilevien osuus oli vain 3,1% kokonaisbiomassasta. Tämä muuttuja sijoittui luokkaan hyvä, aivan erinomaisen luokan rajalle (3%).

Taksonien määrä oli korkea, 97 kpl. Näistä 7 muodosti 60% biomassasta, mikä on hyvä tulos ja kuvaa näytepaikka lajirikkautta. Riutanselän kasviplanktonyhteisöä (kuva 5) hallitsi limalevä *Gonyostomum semen*, joka muodosti 36% biomassasta. Limalevän esiintyminen selittää klorofylli-a:n korkeaa arvoa suhteessa biomassaan. Limaleväjärvien biomassa ja klorofylli-arvo soveltuvat huonosti ekologiseen luokitteluun (Aroviita ym. 2019). *Gonyostomum semen* ei niinkään häiritse muun kasviplanktonyhteisön rakennetta, kuten sinilevien esiintyminen tekee (Angeler ym. 2010, Lindholm 1998). Limalevä pystyy liikkumaan aktiivisesti ravinteikkaan syvemmän veden ja pintaveden välillä. Runsaana esiintyessään se voi aiheuttaa haittaa veden virkistyskäyttöön. Lajin tiheydet vaihtelevat tyypillisesti vuosien aikana.

Toiseksi suurin leväryhmä oli nielulevät, jotka muodostivat 13% biomassasta. Eniten tavattiin pienikokoista *Plagioselmis nannoplanctica* (8%) ja muita pienikokoisia nieluleviä (4%), jotka ovat yleisiä niukkaravinteisissa vesissä. Panssarisiimaleviä oli 9% biomassasta. Tämä muodostui lähinnä suurikokoisista *Ceratium*-suvun edustajista (5%). *Ceratium furcoides* on rehevyyttä ilmentävä laji, joka ilmeisesti yhdessä piilevä *Aulacoseira*



Kuva 5. Näytteen koostuminen eri leväryhmistä.

*granulatan* kanssa nostaa TPI-arvoa tässä näytteessä. Kulta- ja viherleviä oli molempia 8% biomassasta. Kultalevät viihtyvät usein karuissa vesissä, viherlevät taas rehevimmissä vesissä. Sinileviä tavattiin hyvin vähän.

Taulukko 5. Kasviplanktonmuuttujien sijoittuminen ekologisessa luokituksessa.

Näytepaikka	Pintavesi-tyyppi	Kokonais-biomassa (mg/l)*	Klorofylli-a (µg/l)*	TPI*	Haitallisten sinilevien %-osuus*
Riutanselkä 546	SVh	0,62	7,9	0,3	3,1

\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.

Elokuun 2024 kasviplanktonitulosten perusteella Riutanselkä 546 -näytepisteen tila vaikuttaa varsin hyvältä. Biomassan ja klorofyllin osalta muuttujien arvojen sijoittuminen ekologiin luokkiin antaa limalevän suuren osuuden takia liian huonon kuvan tilanteesta. Sinilevien osuus oli erittäin alhainen. Toisaalta TPI-arvo, jota Willén (2007) pitää limaleväjärvisissä parempana ekologisena luokitusarvona, oli koholla ja sijoittui vain luokkaan tyydyttävä. Ristiriitaiset tulokset viittaavat siihen, että järvessä on meneillään muutos.

## 4.2. Sunisenselkä 545 (SVh)

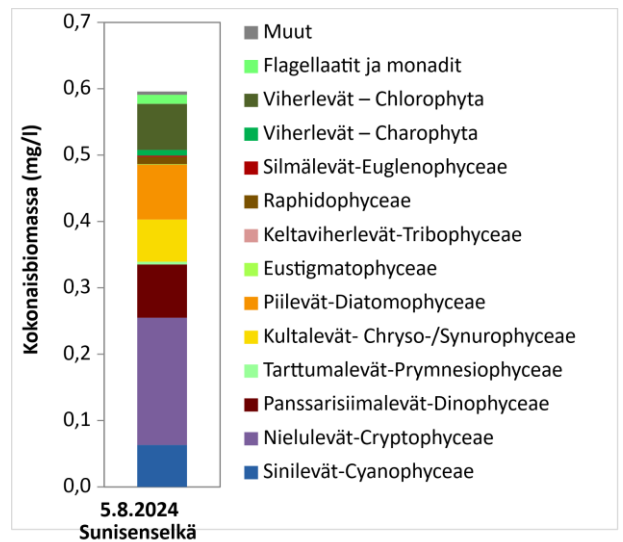
Taulukko 6. Sunisenselkä 545 -näytepaikan tulokset.

Näytepaikka	Päivä-määrä	SYKE-koodi	Kokonais-biomassa (mg/l)	Klorofylli-a* (µg/l)	TPI	Haitallisten sinilevien %-osuus	Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
										(mg/l)	(%)	(solua/ml)
Sunisenselkä 545	05.08.24	31208	0,60	4,6	-0,3	2,3	10,6	85	9	0,0	0,3	0,2

Sunisenselkä 545 -näyteaseman elokuun 2024 näytteen kasviplanktonbiomassa oli melko matala (0,6 mg/l) ja ilmensi Heinosen (1980) mukaan alkavaa rehevöitymistä. Ekologisessa luokituksessa arvo sijoittui luokkaan hyvä. Klorofylli-a:n arvo oli alhainen (4,6 µg/l) ja sijoittui sek in ekologiseen luokkaan hyvä, ollen varsin lähellä erinomaisen luokan rajaa (4 µg/l). TPI-arvo oli keskivertoa (-0,3), ja sek in sijoittui ekologisen luokkaan hyvä. Haitallisia sinileviä oli vain 2,3 % biomassasta, mikä sijoittui erinomaiseen ekologiseen luokkaan.

Sunisenselän kasviplanktonissa erotettiin yhteensä 87 taksonia, joista 9 mahtui 60%:in biomassaa. Nämä luvut kuvaavat lajirikasta yhteisöä. Suurin leväryhmä oli nielulevät, joita oli 32% biomassasta. Suurimman yksittäisen biomassan muodosti pienikokoinen, yleinen *Plagioselmis nannoplanctica* (8%). Tämän lisäksi näytteessä oli runsaasti muita pienikokoisia nieluleviä (4,2%). *Cryptomonas*-lajit ovat tavallisia suurissa, kirkkaissa järvisissä (Lepistö ym. 2003).

Viisi leväryhmää muodostivat lähes yhtä suuret osuudet biomassasta: pii-, panssarisiima-, viher-, kulta- ja sinilevät, kaikki 11-14%. Leväryhmien jakautuminen näytteessä oli siis hyvin tasaista. *Gonyostomum semen* -limalevää havaittiin erittäin vähäisessä määrin.



Taulukko 7. Kasviplanktonmuuttujien sijoittuminen ekologisessa luokituksessa.

Näytepaikka	Pintavesi-tyyppi	Kokonais-biomassa (mg/l)*	Klorofylli-a (µg/l)*	TPI*	Haitallisten sinilevien %-osuus*
Sunisenselkä 545	SVh	0,60	4,6	-0,3	2,3

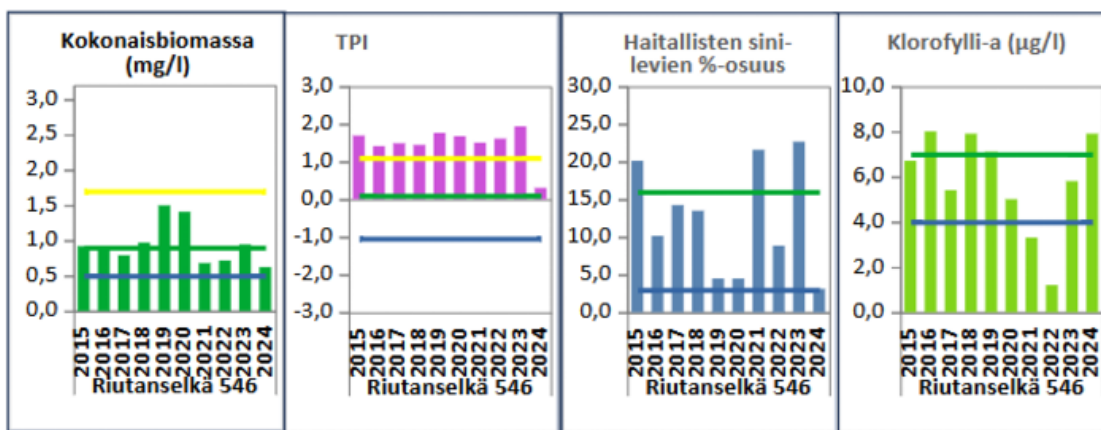
\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.

*Sunisenselkä 545 -aseman tila vaikuttaa hyvältä elokuun 2024 kasviplanktonnäytteen perusteella. Ekologisen luokituksen muuttujista kokonaisbiomassan, klorofylli-a:n ja TPI:n arvot sijoittuivat luokkaan hyvä ja arvot olivat tämän luokkien alarajoilla. Haitallisten sinilevien %-osuus sijoittui erinomaiseen ekologiseen luokkaan. Sunisenselän kasviplanktonyhteisö oli monimuotoinen. Suurin leväryhmä oli nielulevät, mutta muita ryhmiä oli useita ja ne muodostivat merkittävän osan biomassasta. Lajirikkaudeltaan Sunisenselkä oli hyvä.*

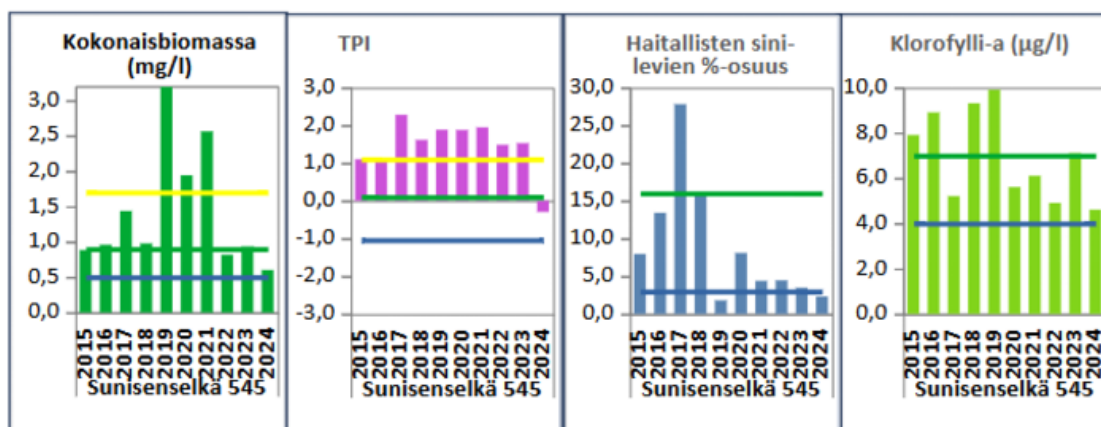
## 5. Näytepaikkojen tila ja kasviplanktonmuuttujien kehitys

Läntisen Pien-Saimaan **Riutanselkä 546** ja **Sunisenselkä 545** -näyteasemilta löytyi SYKEN tietokannasta elokuun näytteet aina vuodesta 2015 lähtien eli niitä on nyt 10 vuoden ajalta. Elokuun 2024 kasviplanktonnäytteiden ekologisten muuttujien tulokset olivat hyviä ja hyvin samanlaisia kummallakin näytepaikalla.

Biomassat (kuva 7 ja 8) olivat laskeneet hiukan aikaisempiin tuloksiin verrattuna. Vuonna 2024 yllättävän pieneksi jäivät sekä TPI-arvo että haitallisten sinilevien osuus biomassasta. Etenkin TPI-arvo oli molemmissa näytepaikoissa selkeästi alempi kuin koskaan aikaisemmin. Sinilevien osalta lähes yhtä alhaisissa luvuissa ollaan aikaisemminkin oltu. Klorofyllin kohdalla vuonna 2024 näytepaikoissa oli merkittävä ero: Riutanselällä klorofyllin määrä oli yksi korkeimmista sitten vuoden 2015, kun taas Sunisenselällä arvo oli ajanjakson alhaisin. Riutanselän korkea arvo selittää limalevä *Gonyostomum semenin* läsnäolo (30% biomassasta).



**Kuva 7.** Kasviplanktonmuuttujien vaihtelu Riutanselkä 546 -näytepisteen elokuun näytteissä kautta vuosien. Kuvaajien eriväriset viivat merkitsevät ekologisten luokkien ylärajan arvoja (sininen = erinomainen, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä, punainen = huono).

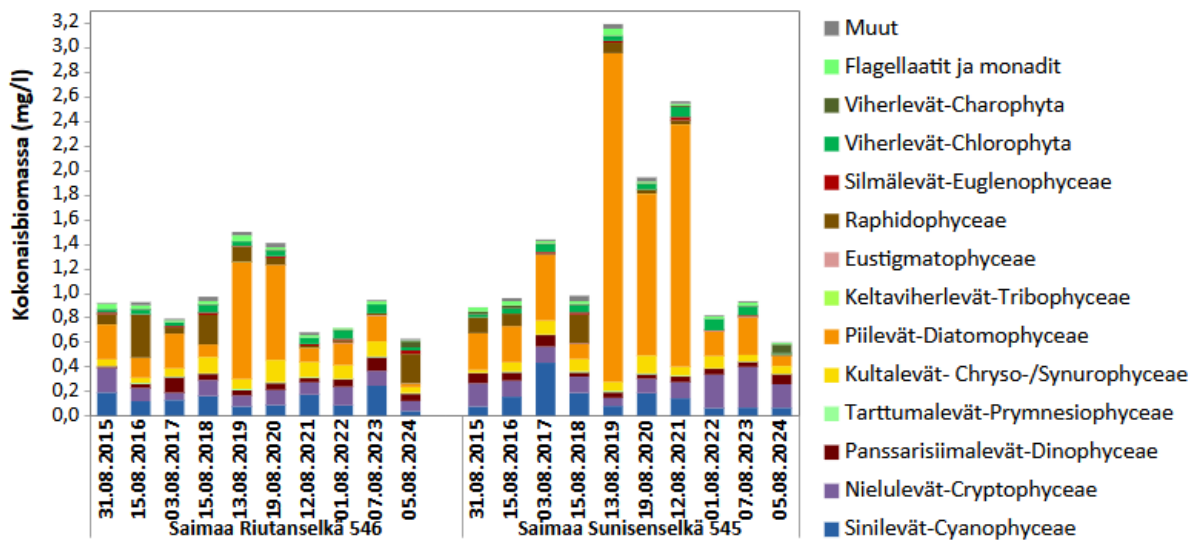


**Kuva 8.** Kasviplanktonmuuttujien vaihtelu Sunisenselkä 545 -näytepisteen elokuun näytteissä kautta vuosien. Kuvaajien eriväriset viivat merkitsevät ekologisten luokkien ylärajan arvoja (sininen = erinomainen, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä, punainen = huono).

Selkeitä eroja näytepaikkojen välillä sekä verrattuna aikaisempiin tuloksiin löytyi leväryhmä- ja lajitasolla (kuva 8). Riutanselällä limalevä hallitsi leväyhteisöä, Sunilanselällä nielulevät. Suurena erona aikaisempiin vuosiin verrattuna oli piilevien vähäinen määrä molemmissa näytteissä. Aikaisempina vuosina tavattua suurikokoista *Stephanodiscus rotulusta* ei tavattu laskennassa lainkaan. Jälkikäteen tämä vielä tarkistettiin ja havaittiin, että lajia oli Sunisenselällä, mutta niin vähäisessä määrin (0,2 kpl/ml), että se ei tavalliseen laskentaan tullut mukaan. *Aulacoseira granulataa*, joka on vahvasti eutrofiaa indikoiva ja jota on ollut runsaasti aikaisemmin, tavattiin nyt vain vähäisessä määrin molemmilla näytepaikoilla.

Haitallisten sinilevien osalta muutos oli tänä vuonna hyvin merkittävä Riutanselän kohdalla. Aikaisempina vuosina haitallisten sinilevien määrä on vain kahtena kertana (2019 ja 2020) ollut alle 5%, kolmena edellisenä vuonna haitallisten sinilevien määrä on vaihdellut 8-23 %:n välillä, kun se nyt oli 3%. Sunisenselällä haitallisten sinilevien määrä on vähentynyt selkeästi jo vuodesta 2020 lähtien, jolloin määrä oli 8%. Korkeimmillaan määrä oli 28%, vuonna 2017.

Riutanselän ja Sunisenselän kasviplanktonyhteisöt olivat poikkeavat lajistoltaan aiempien vuosien näytteistä (kuva 8). Riutanselällä limalevä *Gonyostomum semen* oli runsastunut uudelleen vuosien 2016 ja 2018 jälkeen. Limalevälle on tyypillistä tulla valtalajiksi useamman vuoden jälkeen uudestaan. Sen selviytymisstrategiaan sisältyy kystien muodostuminen, jotka voivat selviytyä useammankin vuoden ajan pohjasedimentissä. Uudemman tutkimuksen mukaan (Münzner ym. 2021) myös raudan määrä vedessä voi edesauttaa limalevän lisääntymistä.



Kuva 8. Saimaan Riutanselkä 546 - ja Sunisenselkä 545 -näytepisteiden kasviplanktonyhteisöjen rakenne eri näytteissä.

Kasviplanktonyhteisö näyttää selkeää muutosta vuoden 2024 ja aikaisempien vuosien välillä. Kaikkein selkeiten tämä näkyy TPI-arvon merkittävänä pienenemisenä. Lajistossa TPI-arvon muutos näkyy rehevyyttä ilmentävien lajien määrän merkittävänä vähentymisenä. Myös haitallisten sinilevien määrä on vähentynyt selkeästi viime vuosina kun taas limalevä *Gonyostomum semenin* määrä on kasvanut uudestaan vuonna 2024 Riutanselällä.

## 6. Lähdeluettelo

- Angeler D.G., Trigel C, Drakare S, Johnson RK, Goedkoop W 2010. Identifying resilience mechanisms to recurrent ecosystem perturbations. *Oecologia* 164: 231-241.
- Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019, 182 s.
- Blomqvist, P., Herlitz, E. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 2. Naturvårdsverket, rapport 4861, Stockholm.
- Eloranta P. (1991). Limnologian perusteet. Luentorunko. Helsingin yliopisto. Limnologian laitos. 184 s.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 37, Vesihallitus, 91 s.
- Lepistö, L. 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. Monographs of the Boreal Environmental Research No. 18, s. 43.
- Lepistö, L., Jokipii, R., Niemelä, M., Vuoristo, H., Holopainen, A.L., Niinioja, R., Hammar, T., Kauppi, M., Kivinen, J. 2003. Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana. Suomen ympäristö 600, Suomen ympäristökeskus. 80 s.
- Lindholm, Tore 1998. Algfenomen och algproblem. Åbo Akademi.
- Münzner, K., Gollnisch, R., Rengefors, K., Koreivienè, J., & Lindström, E. S. (2021). High iron requirements for growth in the nuisance alga *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae). *Journal of Phycology*, 57(4), 1309-1322. <https://doi.org/10.1111/jpy.13170>
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, K., Eloranta, P. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 1. Naturvårdsverket, Stockholm, 86 s.
- Stevenson, R.J., Smol, J.P. 2015. Use of algae in ecological assessments. Teoksessa: Wehr, J.D., Sheath, R.G., Kociolek, J.P. (toim.). *Freshwater Algae of North America*. Academic Press, Elsevier, London, UK, s. 921-962.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-39.
- Vuori, K-M., Mitikka, S., Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3, 120 s.
- Vuorio, K., Lehtinen, S., Järvinen, M., Hällfors, H. 2022. Kasviplanktonseurannan menetelmäohje vesien- ja merenhoitoon. Suomen ympäristökeskus, <https://vesi.fi/aineistopankki/kasviplanktonseurannan-menetelmaohje-vesien-ja-merenhoitoon/>
- Willén, E. 2003. Dominance patterns of planktonic algae in Swedish forest lakes. *Hydrobiologia* 503: 315-324.
- Willén, Eva, 2007. Växtplankton i sjöar Bedömningsgrunder. Rapport 2007:6. Institutionen för miljöanalys. Sveriges Landbruksuniversitet.

## Liite 1. Laskentamenetelmä

### Menetelmä

Kasviplanktonyhteisön koostumuksen laskentamenetelmä perustui Utermöhlin (1958), eurooppalaisen standardin (EN 15204), pohjoismaisten suositusten (Blomqvist & Herlitz 1998, Orlík ym. 1998) sekä Suomen ympäristökeskuksen (Järvinen ym. 2011) kuvaamille menetelmille. Näyte laskettiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) **laajaa kvantitatiivista menetelmään** (Järvinen ym. 2011). Alla on annettu tarkempi kuvaus laskentamenetelmästä.

### Mikroskooppi

Kasviplanktonnäytteiden määrityksissä käytettiin käänteismikroskooppia (Leitz Diavert), joka täyttää eurooppalaisen standardin (SFS-EN 15204) mikroskoopille asettamat vaatimukset kasviplanktonnäytteiden määrittämisessä (taulukko 1). Määritykset tehtiin kirkaskentässä.

### Näytteen esikäsittely

Näyte sekoitettiin tasaiseksi rauhallisesti kääntelemällä pulloja muutaman minuutin ajan, jonka jälkeen tutkittava näytemäärä kaadettiin laskeutuskammioon (Hydro-Bios, Zwerver). Näytteen annettiin laskeutua häiriöttömässä paikassa aina näytemäärälle ohjeistetun ajan (Järvinen ym. 2011). Ennen tarkempaa määrittystä varmistettiin näytteen tasainen jakauma laskeutuskammion pohjalla. Jos näyte oli epätasaisesti laskeutunut, laskeutettiin uusi näyte.

### Laskenta

Näyte laskettiin kolmella eri suurennuksella (taulukko 2). Laskenta aloitettiin suurimmalla 630x-suurennuksella, jolla laskettiin vähintään 400 2–20 µm kokoluokan laskentayksikköä vähintään 50 näkökentältä/100 okulaariruudukolta. Tämän jälkeen laskettiin suuremmat (>20 µm) tai aiemmin havaitsemattomat taksonit 250x-suurennuksella vähintään 50 näkökentältä/100 ruudukolta. Sekä 630x-että 250x-suurennuksella eniten esiintyvistä taksonista pyrittiin keräämään vähintään 50 havaintoa vähintään 20 näkökentästä. Viimeiseksi laskettiin suurimmat ja harvinaisimmat taksonit puolen tai koko laskeutuskyvetin pohjan alalta pienimmällä (100x) suurennuksella. Annetut laskentayksiköiden kokoluokat

**Taulukko 2. Järvinäytteiden laskentamenetelmässä käytetyt suurennuskohtaiset näkökenttien/okulaariruudukoiden ja laskentayksiköiden vähimmäismäärät sekä laskentayksiköiden suuntaa-antava koko.**

Suurennus	Laskentayksiköiden koko (µm)	Näkökenttien/ruudukoiden lukumäärä	Laskentayksiköiden lukumäärä
630x	2-20	50/100	400
250x	> 20	50/100	-
100x	> 20	½ kyvettä	-

**Taulukko 1. SFS-EN 15204 -standardin vaatimukset ja tutkimuksessa käytetyn mikroskoopin tiedot.**

	SFS-EN 15204	Hakanen, Tmi Zwerver
Valaistus	50-100 W	50 W
Kondensorin NA	> 0,5	0,6
Objektiivit	10x (faasi) tai 20x (faasi)	10x/NA 0,25, Plan, Leitz
	20x NA >0,5	25x, NA 0,75, Fluoreszenz, Leitz
	60x Plan Apo (öljy) tai 100x Plan Apo (öljy) NA > 0,9	63x, NA 1,4 Plan Apo, öljy, Zeiss
Okulaarit	10x tai 12,5x	10x

NA = numeerinen aperttuuri

ovat suuntaa-antavia. Tarvittaessa määritys vielä varmistettiin suuremmalla suurennuksella. Näytteiden laskeminen suoritettiin EnvPhyto-laskentaohjelmalla, joka myös tallentaa tulokset SYKE:n kasviplanktonrekisteriin. Laskentaohjelmassa ei ole mahdollisuutta ottaa mukaan laskennan ulkopuolella havaittuja taksoniteita, joten osaa harvakseltaan esiintyvistä taksoniteista ei ole mainittu tuloslistoissa.

### Laskennan tarkkuus

Kvantitatiivisen kasviplanktonlaskennan tulosten teoreettiset virhearvot määräytyvät lasketun laskentayksikköjen lukumäärän funktiona (taulukko 3) (Järvinen ym. 2011). Mitä enemmän laskentayksikköjä lasketaan, sitä luotettavampia tuloksista tulee.

### Lajinmääritys

Lajinmääritys pyrittiin tekemään lajitasolle. Epävarman määrittelyn kohdalla käytetään biologiassa cf.-merkintää.

Merkintää käytetään, kun määrittelystä ei olla aivan varmoja, mutta taksoni muistuttaa suuresti tiettyä lajia.

### Biomassa

Kasviplanktonsolujen biomassa saadaan kertomalla laskentayksikköiden tiheys niiden tilavuudella (Järvinen ym. 2011).

### Tietojen käsittely

Kasviplanktonnäytteiden laskentaan käytettiin EnvPhyto-laskentaohjelmaa, joka laskee valmiiksi laskentayksikköiden tiheydet ja kokonaisbiovolyymit. Ohjelma myös vie tulokset suoraan ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin. Kasviplanktonrekisteri laskee näytteille automaattisesti vesimuodostumien tilan arvioinnissa käytetyt kasviplanktonlaatutekijän muuttujat: kasviplanktonyhteisön rehevyysindeksin (TPI-indeksi) arvon sekä haitallisten sinilevien prosenttiosuuden kasviplanktonbiomassasta.

Tulosten vertailun helpottamiseksi tulostaulukossa on käytetty värejä siten, että hyvä tulokset saavat

**Taulukko 4. Tulosten yhteenvetotaulukon värien vertailutaulukko. Otsikossa harmaalla värjättyjä muuttujia käytetään ekologisessa luokituksessa. Tuloksille on annettu sitä tummempi väri, mitä huonompi tulos. Väriskaala perustuu kokemukseen eikä tutkittuun tai dokumentoituun tietoon.**

Kokonais- biomassa (mg/l)	Kloro- fylli-a (µg/l)	TPI	Haitalliset sinilevät (%)	Kaikki sinilevät (%)	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
							(mg/l)	(%)	(solua/ml)
<0,2	<3	<-2	<1	<1	>80	>10	<0,2	<2	<2
0,2-0,5	3-7	-2 – -1	1-5	1-5	60-80	8-10	0,2-0,4	2-10	2-10
0,5-1	7-40	-1 – 0	5-20	5-20	40-60	4-7	0,4-0,8	10-75	10-50
1-2,5	>40	0-1	20-50	20-50	20-40	2-3	0,8-1,5	75-90	50-100
2,5-10		1-2	>50	>50	<20	1	1,5-3,0	>90	100-200
>10		>2					>3,0		>200

vaaleamman värin ja huonommat tulokset tummemmat. Värien luokitus pohjautuu kokemukseen ei tieteellisesti todennettuihin arvoihin.

**Taulukko 3. Virhemarginaalin riippuvuus laskentayksikköjen lukumäärästä.**

Laskentayksikköjen lukumäärä	Virhemarginaali ± (%)
30	37
50	28
250	13
500	9
800	7

## Liite 2. Kasviplanktonmuuttajat

Kasviplanktonyhteisössä voidaan erottaa muun muassa seuraavia muuttujia:

- 1) kokonaisbiomassa
- 2) klorofylli-a
- 3) kasviplanktonin rehevyyssindeksi (TPI)
- 4) haitallisten sinilevien prosenttiosuus kokonaisbiomassasta
- 5) leväryhmien jakautuminen
- 6) erilaisten indikaattorilajien esiintyminen
- 7) lajien määrä
- 8) lajien määrä 60 %:ssa biomassaa

Tässä raportissa valaistaan näytepaikkojen leväyhteisöjä näiden muuttujien osalta. Neljää ensimmäistä muuttujaa käytetään EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämässä pintavesien ekologisen tilan luokittelussa (Aroviita ym. 2019).

Kasviplanktonin **kokonaisbiomassa** sekä **klorofylli-a** kuvaavat kokonaislevämäärää. Kokonaisbiomassan keskikesän arvoja käytetään kuvaamaan järvien rehevyyttä. Heinosen (1980) mukaan käytetyt luokat on listattu taulukossa 1. Ekologisessa luokittelussa biomassasta käytetään 1. kesäkuuta–10. syyskuuta otettujen näytteiden keskiarvoa ja klorofyllistä kesä-syyskuun keskiarvoa (Aroviita ym. 2019).

Järvien ekologisen tilan luokittelun kasviplanktonmuuttujiin kuuluu **kasviplanktonin rehevyyssindeksi (TPI)**, jossa tietyt indikaattorilajit on pisteytetty sen mukaan, minkälaisia rehevyysoloja ne ilmentävät (-3, -2, -1, 1, 2, 3) (Aroviita ym. 2019). Pienimmän arvon saavat lajit, jotka suosivat hyvin karuja vesiä. Vastaavasti suurimman pistearvon saavat taksonit, jotka esiintyvät tavallisesti hyvin rehevissä oloissa. Indeksiarvo kerrotaan taksonin biomassalla. Näin ollen mitä pienempi TPI-arvo sitä enemmän lajistossa esiintyy niukkaravinteisia oloja ilmentäviä taksoniteita. Ekologista luokittelua varten TPI-arvo määritetään laskemalla keskiarvo 1. kesäkuuta–10. syyskuuta otetuista näytteistä.

Ekologisessa luokittelussa **haitallisten sinilevien osuus** kokonaisbiomassasta huomioidaan vain heinä- ja elokuun näytteistä (Aroviita ym. 2019). Sinilevien osuus kasviplanktonyhteisöistä lisääntyy järven rehevyytason kasvaessa (Lepistö 1999). Lievästi rehevissä järvissä sinilevien osuus yleensä kasvaa loppukesää ja syysyksi kohti, mutta rehevissä ja erittäin rehevissä järvissä sinilevien osuus voi pysyä korkeana kesäkuulta aina elo-syyskuulle asti (Lepistö 1999). Monet haitalliset sinilevät ovat myös rehevyyden ilmentäjiä ja nostavat siten TPI-arvoa.

Pintavesien ekologisen tilan luokittelumuuttujien tuloksia verrataan eri järvityypeille annettuihin raja-arvoihin (Aroviita ym. 2019), mutta varsinainen ekologinen luokitus tehdään kuuden vuoden välein huomioiden mahdollisesti usean vuoden tulokset.

Jos järviluontoa muuttava tekijä on jotain muuta kuin ravinteiden määrän vaihtelua, ei sen vaikutus välttämättä näy suoraan ekologisen luokituksen muuttujissa. Tämän takia ekologisen luokituksen tukena on hyvä käyttää erilaisia **indikaattorilajeja, leväryhmien jakautumista ja lajien määrää.**

**Taulukko 1. Heinosen (1980) rehevyyssluokat keskikesän kokonaisbiomassan keskiarvojen (mg/l) mukaan.**

Erittäin karu/ ultraoligo- trofinen	Karu/ oligotro- finen	Alkava rehevöi- tyminen	Lievästi rehevä/ mesotro- finen	Rehevä/ eutro- finen	Erittäin rehevä/ hypereu- trofinen
< 0,20	0,21-0,5	0,51-1,0	1,01-2,5	2,51-10	>10

Esimerkiksi sähkönjohtavuuden kasvu kaivostoiminnan seurauksena ei usein näy ekologisen luokituksen arvoissa. Se kuvastuu paremmin lajistomuutoksena ja **indikaattorilajeissa**. Jotkut levälajit indikoivat juuri veden sähkönjohtavuutta tai määrättyä pH:ta. Toisaalta esimerkiksi *Gonyostomum semen* -limalevä valtaisissa järvissä **kokonaisbiomassa** ja **klorofylli-a** soveltuvat huonosti ekologisen tilan luokitteluun (Vuori ym. 2009). Tällaisissa tilanteissa lajistotiedon merkitys korostuu.

Myös **leväryhmien suhteellista jakautumista** voidaan käyttää luokituksen tukena. Joissain leväryhmissä on tyypillisesti lajeja, jotka voivat käyttää myös orgaanista ainesta ravintonaan, osa taas pystyy liikkumaan aktiivisesti vedessä ja keräämään ravintoa myös alemmista vesikerroksista ja pakenemaan saalistajia. Kasvukauden sääolot vaikuttavat kasviplanktonyhteisöön (Lepistö ym. 2003) ja voivat merkittävästi vaikuttaa lajien runsauteen. Esimerkiksi sinilevät ja limalevä hyötyvät lämpimästä vedestä, vesipatsaan kerrostuneisuudesta ja tynnestä säästä.

Kasviplanktonyhteisön monimuotoisuutta voidaan arvioida näytteen **kokonaistaksonimäärän** perusteella. Taksoni tarkoittaa eliöiden tieteellisessä luokittelussa erotettua eliöryhmää, joka ei välttämättä merkitse aina lajia vaan joskus myös suurempaa ryhmää, kuten sukua tai viherleviä. Määrityksessä ei aina pystytä menemään lajitasolle asti, minkä takia virallisesti puhutaan taksonimäärästä lajimäärän sijaan. Mitä runsaampi lajisto, sitä paremmin yhteisö pystyy sopeutumaan muutoksiin. Lisäksi voidaan laskea **taksonimäärä, joka muodostaa 60 % kokonaisbiomassasta**. Willén (2003) tutki ruotsalaisten metsäjärvien loppukesän kasviplanktonyhteisöjä ja tulosten mukaan 1-3 valtalajia eivät yleensä muodosta yli 60 % kokonaisbiomassasta. 1-3 valtalajia muodostivat yli 80 % biomassasta vain, jos järvi oli stressitilanteessa jonkin tekijän suhteen (Willén 2003). Tällaisia stressitekijöitä olivat muun muassa hyvin tumma vesi, happamoituminen ja limalevän runsas esiintyminen.

### Liite 3. Ekologiset luokat

Pintavesien ekologinen tila määritetään 6 vuoden välein käyttämällä viisi-asteista (erinomainen – hyvä – tyydyttävä – välttävä – huono) luokittelua. Nykyinen luokittelu eroaa aikaisemmasta käyttökelpoisuusluokituksesta siinä, että järvet on jaoteltu ominaispiirteittensä mukaan erilaisiin järvityyppeihin, joissa kullekin muuttujalle on annettu järvityypille ominaiset luokkarajat (Aroviita ym. 2019). Tämän takia luokittelu on nyt tarkempaa. Ekologinen tila tulisi määrittää käyttämällä usean vuoden tuloksia. Tästä johtuen tämän tutkimuksen tuloksilla ei voi tehdä ekologisen tilan arviointia, mutta eri järvityyppien luokat ovat erittäin käyttökelpoinen työkalu arvioitaessa järvien tilaa ja tilan mahdollista muutosta myös lyhyemmällä aikavälillä.

Luokittelussa käytettävät kasviplanktonmuuttujat ovat levämäärää kuvaavat kokonaisbiomassa ja a-klorofyllipitoisuus sekä kasviplanktonyhteisön rehevyyssindeksi (TPI) ja haitallisten sinilevien osuus kokonaisbiomassasta (Aroviita ym. 2019). Klorofylli-a:n arvoja ei ole määritetty tässä tutkimuksessa, vaan arvot on haettu SYKE:n kasviplanktonrekisteristä.

Kokonaisbiomassan ja TPI:n keskiarvot lasketaan 1. kesäkuuta – 10. syyskuuta tuloksista; haitallisten sinilevien osuuden keskiarvossa huomioidaan vain heinä–elokuun tulokset. Klorofylli-a:n keskiarvo lasketaan puolestaan kesä–syyskuun tuloksista. Lopullisessa luokittelussa – jota ei tehdä tässä – usean vuoden ekologisen tilan luokittelumuuttujien alkuperäiset arvot muutetaan ensin yhteismitallisiksi ekologisten laatusuhteiden (ELS) arvoiksi vertaamalla muuttujan arvoa luokkarajoihin ja vertailuarvoihin (Aroviita ym. 2019). Tämän jälkeen kasviplanktonin tilaluokka määräytyy muuttujien ELS-arvojen mediaanin perusteella. Kasviplanktonin lisäksi järven lopullisessa luokittelussa täytyy huomioida myös muun muassa vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat.

Tässä raportissa verrataan tutkittujen näytteiden muuttujien (keski)arvoja kyseessä olevan pintavesityypin ekologisten luokkien raja-arvoihin, jolloin saadaan järven senhetkinen ekologinen luokka kunkin muuttujan osalta.

Ekologisen luokittelun eri kasviplanktonmuuttujien keskiarvojen laskemiseen ohjeistuksen mukaan vaadittavat näytteet.

Kasviplanktonmuuttujat	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Kokonaisbiomassa	X	X	X	X (10. pvä asti)
Klorofylli-a	X	X	X	X
TPI	X	X	X	X (10. pvä asti)
Haitallisten sinilevien %-osuus		X	X	

Ekologiset luokat

<span style="color: blue;">■</span>	Erinomainen
<span style="color: green;">■</span>	Hyvä
<span style="color: yellow;">■</span>	Tyydyttävä
<span style="color: orange;">■</span>	Välttävä
<span style="color: red;">■</span>	Huono